



PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy
of the following application as filed with this office.

Date of Application: March 19, 1999

Application Number: Japanese Patent Application
No. 11-075499

Applicant(s): NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE
CORPORATION

RECEIVED
AUG 25 2000
TECH CENTER 2700

March 17, 2000

Commissioner,
Patent Office

Takahiko Kondo (Seal)

Certificate No.2000-3016308



CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
in this Office.

出願年月日
Date of Application:

1999年 3月19日

願番号
Application Number:

平成11年特許願第075499号

願人
Applicant(s):

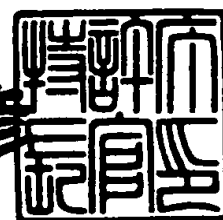
日本電信電話株式会社

RECEIVED
JUG 25 2000
TECH. CENTER 2700

2000年 3月17日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近藤隆彦



出証番号 出証特2000-301630

【書類名】 特許願

【整理番号】 NTTH107262

【提出日】 平成11年 3月19日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06T 7/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿 3 丁目 1 9 番 2 号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 藤村 香央里

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿 3 丁目 1 9 番 2 号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 大辻 清太

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿 3 丁目 1 9 番 2 号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 藤野 雄一

【特許出願人】

【識別番号】 000004226

【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社

【代表者】 宮津 純一郎

【代理人】

【識別番号】 100062199

【住所又は居所】 東京都中央区明石町 1 番 2 9 号 掖済会ビル 志賀内外国特許事務所

【弁理士】

【氏名又は名称】 志賀 富士弥

【電話番号】 03-3545-2251

【選任した代理人】

【識別番号】 100096459

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 剛

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 010607

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 3次元断層画像のスライス画像自動照合方法及びそのプログラムを記録した記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 体断面を X, Y 軸方向とするスライス平面とし、体軸を Z 軸方向とする画像列をもつ第 1 の 3 次元断層画像のうちの 1 つのスライス画像である診断画像と、別の時期に撮影した第 2 の 3 次元断層画像のうちの 1 つのスライス画像である比較画像を照合する方法であって、

前記第 1 の 3 次元断層画像のスライス画像列及び前記第 2 の 3 次元断層画像のスライス画像列を入力する過程と、

前記入力された第 1 と第 2 のスライス画像列の解像度が異なる場合、前記比較画像を前記診断画像の解像度に合わせて拡大縮小して補正する過程と、

前記第 1 の 3 次元断層画像のスライス画像列から Z 軸方向の第 1 の断層像を生成し、前記補正した第 2 の 3 次元断層画像のスライス画像列から Z 軸方向の第 2 の断層像を生成する過程と、

前記第 1 の断層像の画像中、所定の対象像が映っている範囲をテンプレートとして、前記第 2 の断層像の上で該所定の間隔ですらして該テンプレートと同じ領域をマッチングにより探索し、前記第 1 の断層像と前記第 2 の断層像のずれ量を測定する過程と、

前記測定された第 1 の断層像と第 2 の断層像のずれ量からスライス位置の補正を行う過程とを、

有することを特徴とする 3 次元断層画像のスライス画像自動照合方法。

【請求項 2】 前記第 1 の断層像と第 2 の断層像を生成する過程では、

第 1 の 3 次元断層画像のスライス画像列を Y 軸方向に畳み込んで、X 軸上の画素濃度からなる 2 次元の第 1 の畳み込み画像列を作成する過程と、

前記第 1 の畳み込み画像列を補間して XZ 平面上の画素濃度からなる第 1 の断層像を作成する過程と、

補正した第 2 の 3 次元断層画像のスライス画像列を Y 軸方向に畳み込んで、X 軸上の画素濃度からなる 2 次元の第 2 の畳み込み画像列を作成する過程と、

前記第 2 の畳み込み画像列を補間して X Z 平面上の画素濃度からなる第 2 の断層像を作成する過程とを、

有することを特徴とする 3 次元断層画像のスライス画像自動照合方法。

【請求項 3】 前記第 1 の断層像と第 2 の断層像を生成する過程では、表現濃度に関しウィンドウレベルとウィンドウ幅を設定することにより、特定の観察対象に重みをかけた断層像を生成する

ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の 3 次元断層画像のスライス画像自動照合方法。

【請求項 4】 請求項 1, 2, 3 のいずれか 1 項記載の 3 次元断層画像のスライス画像自動照合方法における過程をコンピュータに実行させるためのプログラムを、該コンピュータが読み取り可能な記録媒体に記録した

ことを特徴とする 3 次元断層画像のスライス画像自動照合方法のプログラムを記録した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、コンピュータトモグラフィ (CT) 画像など、或る 3 次元断層画像を、同一の対象について異なる時期に撮影した別の 3 次元断層画像と比較読影する際のスライス画像の自動照合方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

医療分野において、過去と現在の画像の比較読影は、画像に現れた陰影が腫瘍であるかどうか、それが悪性か否か、などを判断する上での手がかりとなる。ある医師は診断画像に疑わしい影があった場合、それに対応する位置の比較画像を探してきて見る、という方法で比較読影を行う。このように医師が比較読影を行うのを支援する技術として、胸部 3 次元断層画像のスライス画像自動照合方法 (特願平 10-53172 号) がある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来の胸部 3 次元断層画像のスライス画像自動照合方法は、診断画像の 1 スライス毎にそれに対応する比較画像のスライスを照合させる手法であり、身体の状態の変化や、呼吸による肺下部のずれにも追従できたが、1 スライス毎に対応スライスを探索するため、自動照合の過程に時間がかかる点が問題であった。

【0004】

よって、医師が胸部 3 次元断層画像を比較して診断を行おうとした場合、自動照合された比較画像を見るには時間を要した。あるいは、画像撮影後実際に診断するまでの間に事前に照合しておくことが必要だった。この場合すべての画像を照合しておく必要があるため、正常な画像についても照合しておく必要があり、余分な作業に時間をとられた。

【0005】

本発明の課題は、2 組の同一人物の胸部等の 3 次元断層画像から、身体の同じ位置のスライス画像を、高速に自動的に照合し、短時間で医師に提示することができる 3 次元断層画像のスライス画像自動照合方法及びそのプログラムを記録した記録媒体を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するため、本発明は、体断面を X、Y 軸方向とするスライス平面とし、体軸を Z 軸方向とする画像列をもつ第 1 の 3 次元断層画像のうちの 1 つのスライス画像である診断画像と、別の時期に撮影した第 2 の 3 次元断層画像のうちの 1 つのスライス画像である比較画像を照合する方法であって、前記第 1 の 3 次元断層画像のスライス画像列及び前記第 2 の 3 次元断層画像のスライス画像列を入力する過程と、前記入力された第 1 と第 2 のスライス画像列の解像度が異なる場合、前記比較画像を前記診断画像の解像度に合わせて拡大縮小して補正する過程と、前記第 1 の 3 次元断層画像のスライス画像列から Z 軸方向の第 1 の断層像を生成し、前記補正した第 2 の 3 次元断層画像のスライス画像列から Z 軸方向の第 2 の断層像を生成する過程と、前記第 1 の断層像の画像中、所定の対象像が映っている範囲をテンプレートとして、前記第 2 の断層像の上で該所定の間

隔でずらして該テンプレートと同じ領域をマッチングにより探索し、前記第 1 の断層像と前記第 2 の断層像のずれ量を測定する過程と、前記測定された第 1 の断層像と第 2 の断層像のずれ量からスライス位置の補正を行う過程とを、有することを特徴とする。

【0007】

この方法によれば、断層像の作成を高速に行うことができ、診断画像と比較画像とのずれが自動的かつ高速に検出され、比較画像について、そのずれを補正することにより、高速にスライス画像の自動照合を行うことが可能となる。

【0008】

また、前記第 1 の断層像と第 2 の断層像を生成する過程では、第 1 の 3 次元断層画像のスライス画像列を Y 軸方向に畳み込んで、X 軸上の画素濃度からなる 2 次元の第 1 の畳み込み画像列を作成する過程と、前記第 1 の畳み込み画像列を補間して XZ 平面上の画素濃度からなる第 1 の断層像を作成する過程と、補正した第 2 の 3 次元断層画像のスライス画像列を Y 軸方向に畳み込んで、X 軸上の画素濃度からなる 2 次元の第 2 の畳み込み画像列を作成する過程と、前記第 2 の畳み込み画像列を補間して XZ 平面上の画素濃度からなる第 2 の断層像を作成する過程とを、有することを特徴とする。

【0009】

この方法によれば、断層像の作成を高速に行うことができ、より一層、高速にスライス画像の自動照合を行うことが可能となる。

【0010】

また、前記第 1 の断層像と第 2 の断層像を生成する過程では、表現濃度に関しウィンドウレベルとウィンドウ幅を設定することにより、特定の観察対象に重みをかけた断層像を生成することを特徴とする。

【0011】

この方法によれば、特定の観察対象について照合度の高いスライス画像の自動照合が実現できる。

【0012】

さらに、以上の 3 次元断層画像のスライス画像自動照合方法における過程をコ

ンピュータに実行させるためのプログラムを、該コンピュータが読み取り可能な記録媒体に記録することが可能である。

【0013】

この記憶媒体によれば、本発明の3次元断層画像のスライス画像自動照合方法を記録媒体として保存したり、配布したりすることが可能となり、コンピュータシステムを用いて本発明の方法を実現することが可能となる。

【0014】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0015】

以下の実施形態例では、肺がん検診用胸部X線CT画像列について、現在と過去の画像を比較する場合を想定する。

【0016】

図1は、CT画像におけるX、Y、Z軸の説明図である。X、Y軸方向を胸部等の体断面のスライス平面とし、体軸をZ軸方向と定義する。肺がん検診用胸部X線CT画像は、らせんCTを用いて撮像され、胸部の体断面をX、Y軸方向とする1枚のスライス画像にはZ軸（体軸）方向にスライス厚分の情報が含まれている。撮影する画像枚数は、1人25枚から30枚である。

【0017】

図2は、本発明の一実施形態例を実施するための胸部CT画像の比較読影装置の構成例を示す模式図である。

【0018】

1は今年度撮影された胸部の断層画像（診断画像）を保存したファイル、2は過去に撮影された胸部の断層画像（比較画像）を保存したファイルである。3は、ファイル1から縦断層像を生成した画像、4はファイル2から縦断層像を生成した画像である。2つのファイル1、2に保存されたCT画像列は、撮影位置の違いや呼吸による肺の変形などによりスライスにずれが生じている。5は、コンピュータ処理によりファイル1のスライス画像列をファイル2のスライス画像列に自動照合し、表示するコンピュータシステムである。

【0019】

図3は、比較読影を支援するため、コンピュータに搭載するソフトウェアによってずれを測定し、同じ位置の診断画像、比較画像を表示するための手順図である。

【0020】

図3において、まず、スライス画像列である診断画像列 $f_z(x, y)$ と、おなじくスライス画像列である比較画像列 $g_z(x, y)$ を入力する。

【0021】

ここで、診断画像と比較画像の解像度が異なる場合には、診断画像に合わせて比較画像を3次元補間法などにより拡大縮小して補正する解像度一致処理を行う。

【0022】

次に、診断画像と比較画像のそれぞれについて縦断層画像を作成する。

【0023】

図4は比較画像の縦断層画像の生成処理のフロー図である。

【0024】

まず、XY平面上の画素濃度から成る3次元の比較画像の補正画像（解像度一致処理された画像）に対してY軸方向を畳み込んで、X軸上の画素濃度からなる2次元の補正画像を作成する処理を補正画像列（スライス画像列）について行う。即ち、スライス画像のY軸方向の大きさをY SIZEとしたとき、下記式（9）のようにY軸方向に畳み込んだ値を用いて、比較画像のZ軸方向の畳み込み画像列 $d_2(x, z)$ を生成する。

【0025】

$$d_2(x, z) = \sum_{y=0}^{Y\text{SIZE}} g_z(x, y) / Y\text{SIZE} \cdots (1)$$

そして、3次元補間法などに基づいて離散的な比較画像の畳み込み画像列からほぼ連続的な画像列を作成し、XZ平面上の画素濃度から成る3次元の縦断層画像を作成する。この処理はコンピュータ処理のため、完全に連続的な関数は扱えない。従って、3次元補間法などに基づいてZ軸（体軸）方向にcmオーダの間隔で撮影された画像列から1mm間隔のほぼ連続的な画像列を作成して、XZ平

面上の画素濃度から成る比較画像の 3 次元の縦断層画像を作成する。即ち、補正された比較画像の畳み込み画像列から縦断層画像を作成する際、X 軸方向と Z 軸方向の解像度が異なるため、Z 軸方向を 3 次元補間法などに基づき、式 (2)，(3) を用いて補間する。

【0 0 2 6】

$$d(x_0, z_0) \equiv \sum_k \sum_l d(x_k, z_l) C(x_k - x_0) C(z_l - z_0) \dots (2)$$

【0 0 2 7】

【数 1】

$$C(w) = \begin{cases} 1 - 2|w|^2 + |w|^3 & 0 \leq |w| < 1 \\ 4 - 8|w| + 5|w|^2 - |w|^3 & 1 \leq |w| < 2 \\ 0 & 2 \leq |w| \dots (3) \end{cases}$$

【0 0 2 8】

以上と同様にして診断画像の縦断層画像を生成する。図 5 は診断画像の縦断層画像の生成処理のフロー図である。

【0 0 2 9】

まず、XY 平面上の画素濃度から成る 3 次元の診断画像に対して Y 軸方向を畳み込んで、X 軸上の画素濃度からなる 2 次元の画像を作成する処理を画像列（スライス画像列）について行う。即ち、スライス画像の Y 軸方向の大きさを Y S I Z E としたとき、下記式 (4) のように Y 軸方向に畳み込んだ値を用いて、診断画像の Z 軸方向の縦断層像 $d_1(x, z)$ を算出する。

【0 0 3 0】

$$d_1(x, z) = \sum_{y=0}^{Y\text{SIZE}} f_z(x, y) / Y\text{SIZE} \dots (4)$$

そして、3 次元補間法などに基づいて離散的な診断画像列からほぼ連続的な画像列を作成し、XZ 平面上の画素濃度から成る診断画像の 3 次元の縦断層画像を作成する。この処理はコンピュータ処理のため、完全に連続的な関数は扱えない。従って、3 次元補間法などに基づいて Z 軸（体軸）方向に cm オーダの間隔で撮影された画像列から 1 mm 間隔のほぼ連続的な画像列を作成して、XZ 平面上

の画素濃度から成る診断画像の3次元の縦断層画像を作成する。即ち、診断画像の畳み込み画像列から縦断層画像を作成する際、X軸方向とZ軸方向の解像度が異なるため、Z軸方向を3次元補間法などに基づき、前式(2)、(3)を用いて補間する。

【0031】

なお、上記比較画像及び診断画像の3次元の縦断層画像を作成するのときのZ軸方向の補間方法は、3次元補間法だけでなく、最近傍法や線形補間法を使うことも可能である。また、上記した診断画像と比較画像についての処理の順序は問わない。すなわち、比較画像の処理を先にし、診断画像の処理を後にしても構わない。また、先に両方の画像列の畳み込み処理を行い、次に両方の補間処理を行うようにしても良い。上記比較画像及び診断画像の3次元の縦断層画像を作成方法としては、 $c\text{ mm}$ 間隔の実際のスライス画像列を補完して $m\text{ mm}$ 間隔のスライス画像列を生成し、これを畳み込んで3次元の縦断層画像を生成する方法もあるが、本実施例のように、先にスライス画像列の畳み込みを行い、後に畳み込んだ画像列を補間する方が高速に処理することができる。

【0032】

次に、診断画像の縦断層画像から比較画像の縦断層画像の探索用のテンプレートを作成する。図6は、テンプレートを用いたパターンマッチングの説明図である。

【0033】

図6の例では、診断画像の肺上部大動脈弓付近(Z軸上端より25%~50%)、X軸方向は肺が映っている範囲(X軸左端より10%~90%)を長方形テンプレートとして生成する。一般的には、診断画像の縦断層画像中において、Z軸方向が観察対象像の映っている範囲のZ軸上端よりA%~B%($A, B \in [0, 100]$))、X軸方向が同じく観察対象像の映っている範囲のX軸左端よりU%~V%($U, V \in [0, 100]$))を長方形テンプレートとして生成する。

【0034】

次に、比較画像の断層像上でテンプレートの中心を、Z軸方向には(50-2

5) $\div 2 = 12.5\%$ から $100 - 12.5 = 87.5\%$ まで、X軸方向には $(90 - 10) \div 2 = 40\%$ から $100 - 40 = 60\%$ まで、数mm単位でずらしながらパターンマッチングを行い、比較画像におけるテンプレートと同じ領域を探索する。一般的には、比較画像の縦断層画像の上で上記テンプレートの中心をZ軸方向には $(B - A) \div 2\%$ から $100 - (B - A) \div 2\%$ まで、X軸方向には $(V - U) \div 2\%$ から $100 - (V - U) \div 2\%$ まで所定の間隔でずらしながら、パターンマッチングを行う。

【0035】

最後に、比較画像におけるテンプレートと同じ領域が検出されたら、比較画像の縦断層像におけるZ軸方向のずれ量を測定し、診断画像列に合わせてずれ量分、比較画像列のスライス位置を補正し、補正したスライス位置での診断画像及び比較画像を比較読影システムのモニターのディスプレイに表示する。

【0036】

なお、Z軸方向の断層像（縦断層画像）を生成する過程において、画像の表現濃度を実際のCT画像の0階調から最大階調までの濃度階調に設定するのではなく、骨がよく見える縦隔条件のウィンドウレベル（中心濃度値）とウィンドウ幅（中心濃度値からの濃度幅）に設定することにより、骨に重みをかけた断層画像を生成し、これを用いてマッチングを行うことで、骨の部分の照合度の高いスライス画像自動照合を実現することができる。また同様に、肺組織がよく見える肺野条件のウィンドウレベルとウィンドウ幅に設定することにより、肺組織に重みをかけた断層画像を生成し、これを用いてマッチングを行うことで、肺組織の部分の照合度の高いスライス画像自動照合を実現することができる。

【0037】

上記の実施形態例では、胸部X線CT画像を例に説明したが、本発明は、他の部位の3次元断層画像に適用可能であるとともに、CT画像以外の他の3次元断層画像にも適用可能であることはいうまでもない。

【0038】

また、図3、図4、図5で示した処理の手順は、コンピュータで実行可能なものであり、そのためのコンピュータプログラムを、そのコンピュータが読み取り

可能な記録媒体、例えば、FD（フロッピーディスク）や、MO、ROM、メモリカード、CD、DVD、リムーバブルディスクなどに記録したり、その記録媒体を提供したり、配布したりすることが可能である。

【0039】

【発明の効果】

以上の説明で明らかなように、本発明によれば、2組の同一人物の胸部3次元断層画像から、身体と同じ位置のスライス画像を、高速に自動的に照合し、短時間で医師に提示することができる。これにより、事前に照合しておく手間や余分な記憶領域が必要なくなるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】

胸部CT画像におけるX、Y、Z軸の説明図である。

【図2】

本発明を実施するための胸部CT画像の比較読影装置の構成例を示す模式図である。

【図3】

本発明の胸部CT画像のスライス自動照合方法の一実施形態例の処理手順を示すフロー図である。

【図4】

上記実施形態例における比較画像の縦断層画像の生成処理の例を示すフロー図である。

【図5】

上記実施形態例における診断画像の縦断層画像の生成処理の例を示すフロー図である。

【図6】

上記実施形態例におけるパターンマッチング手法の説明図である。

【符号の説明】

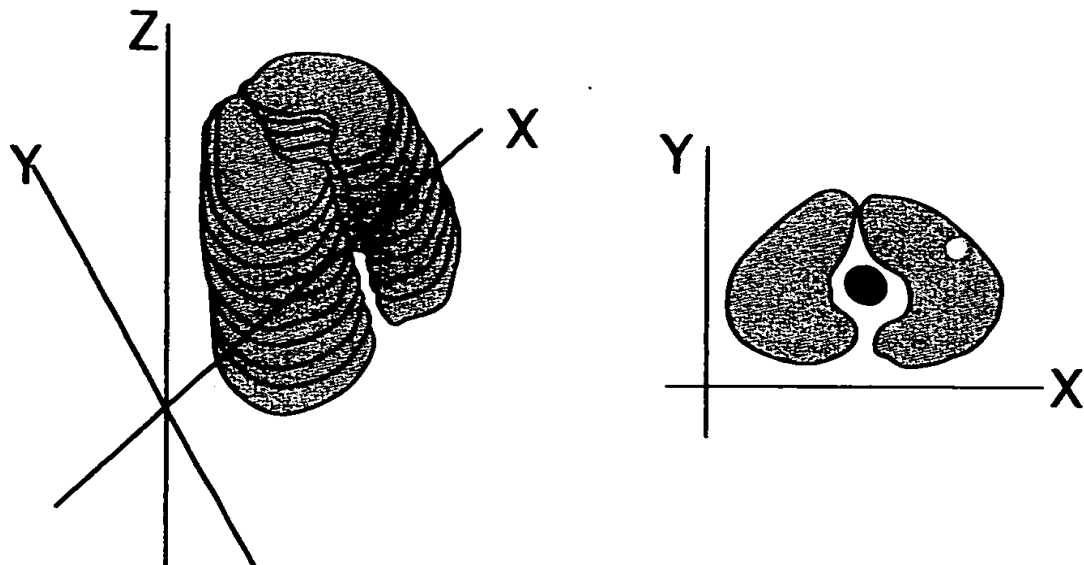
1 …今年度のファイル

2 …前年度のファイル

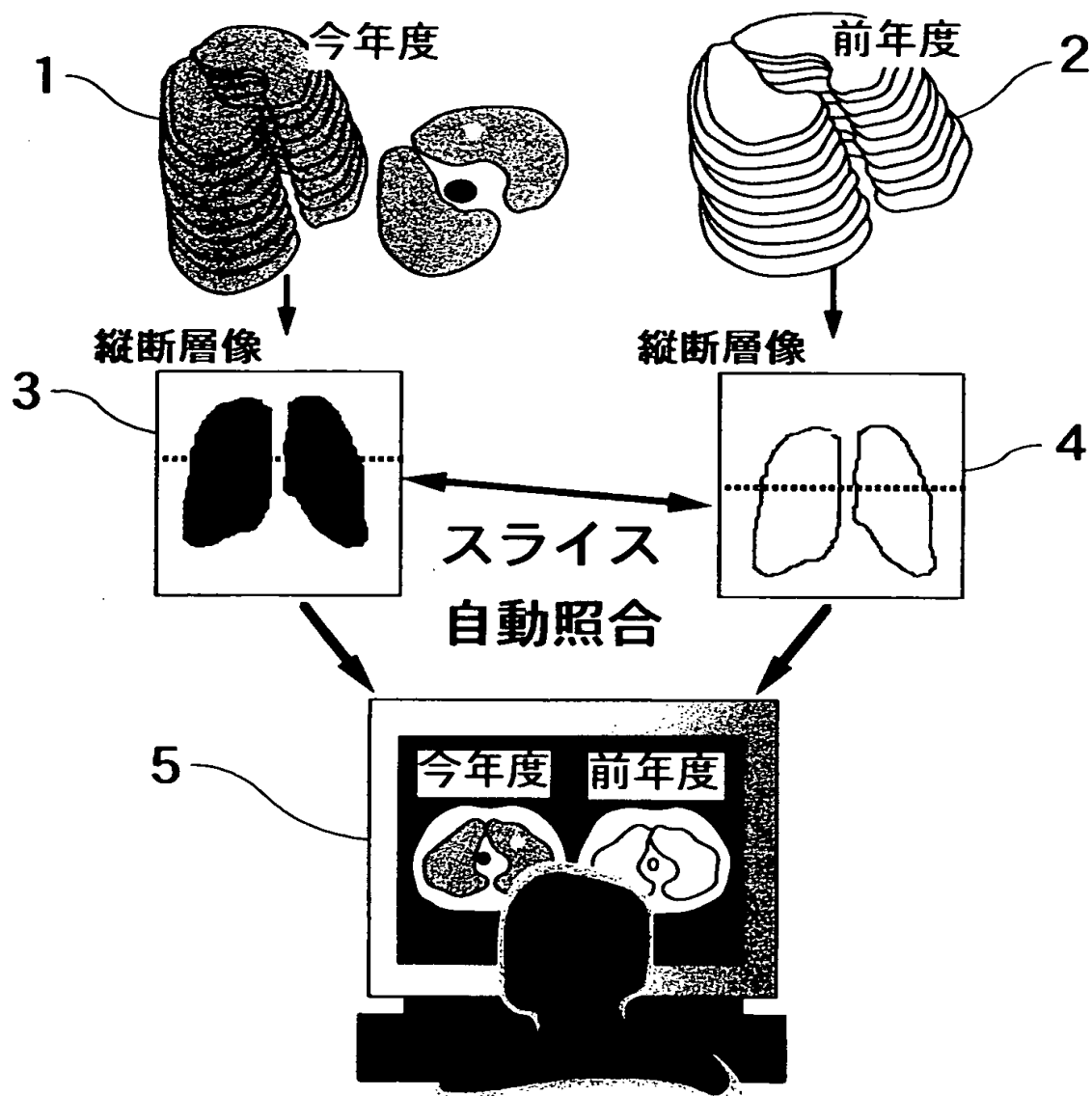
- 3 …今年度のファイルから生成した診断画像の縦断層画像
- 4 …前年度のファイルから生成した比較画像の縦断層画像
- 5 …コンピュータシステム

【書類名】 図面

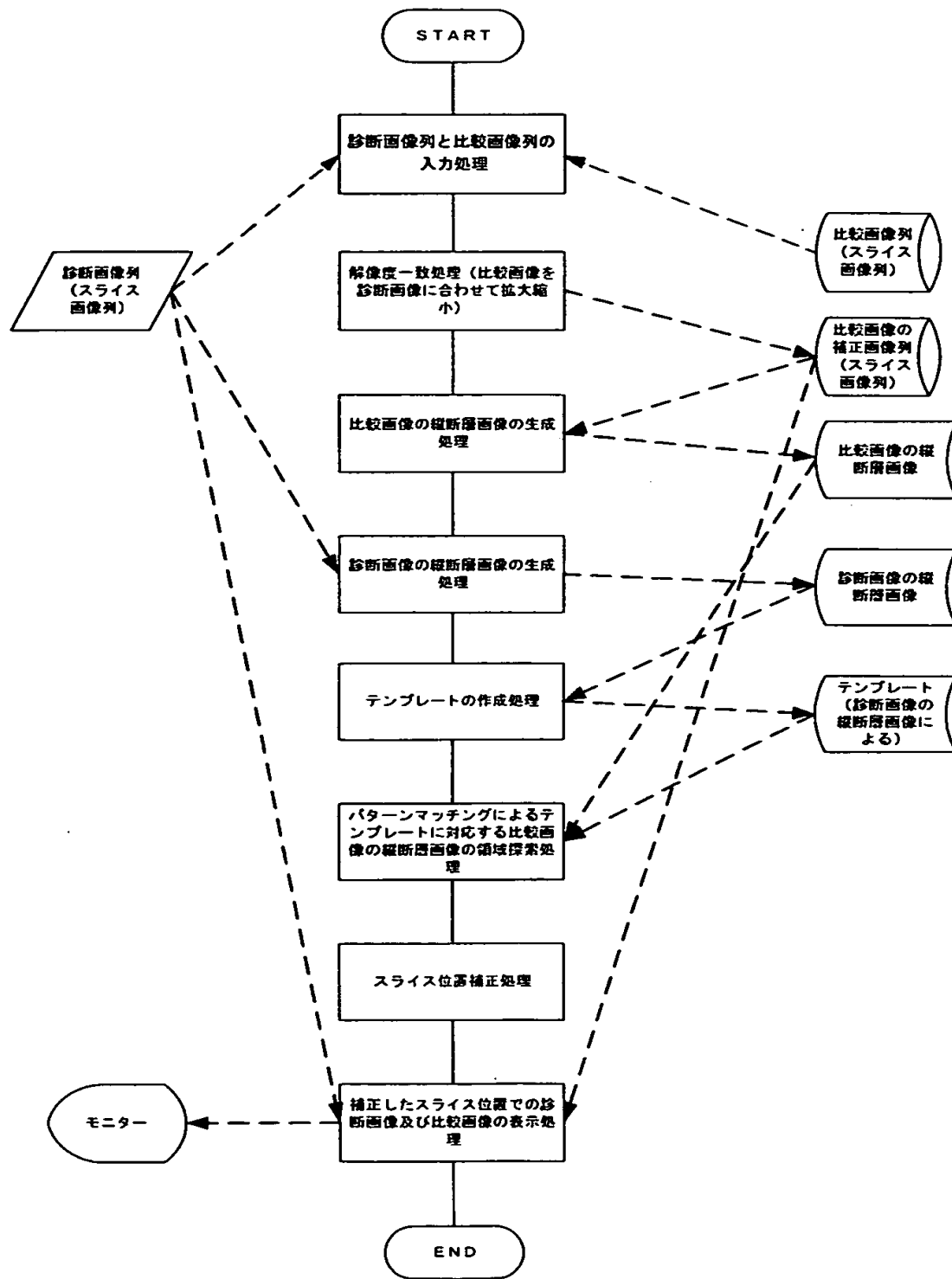
【図 1】



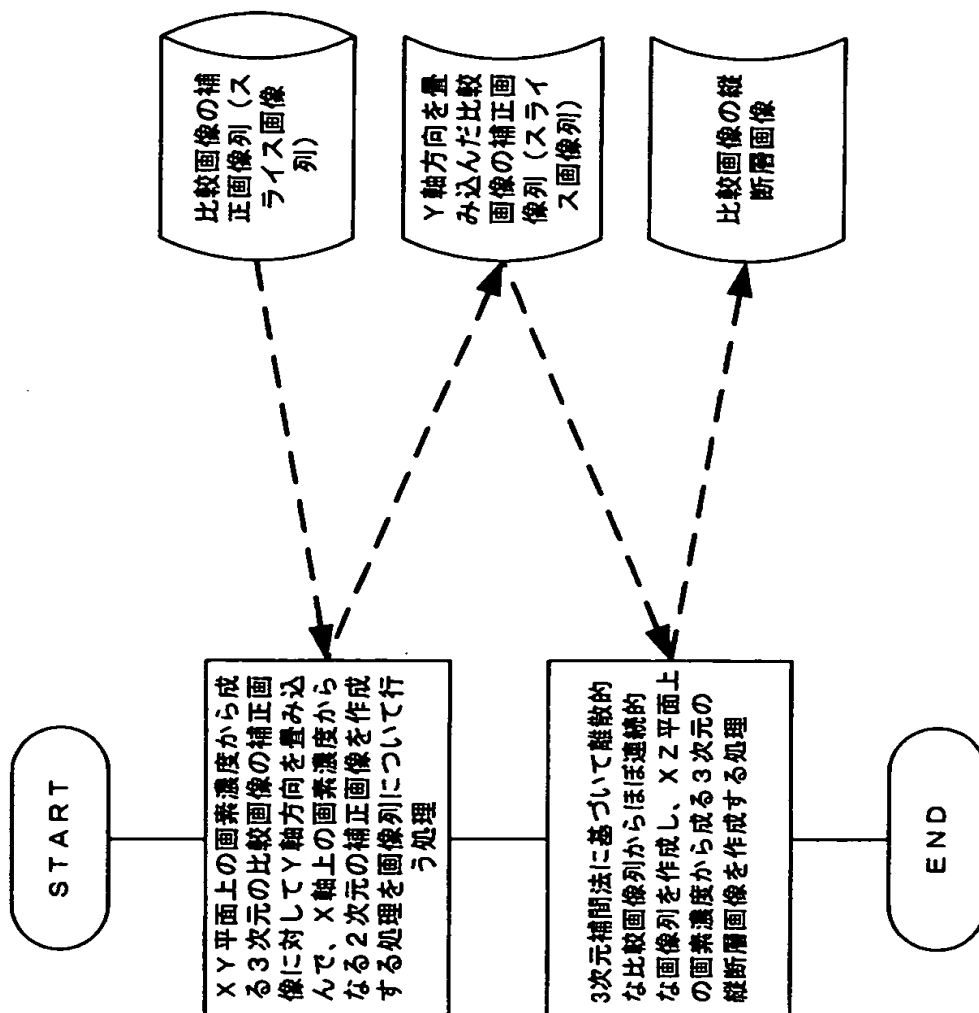
【図2】



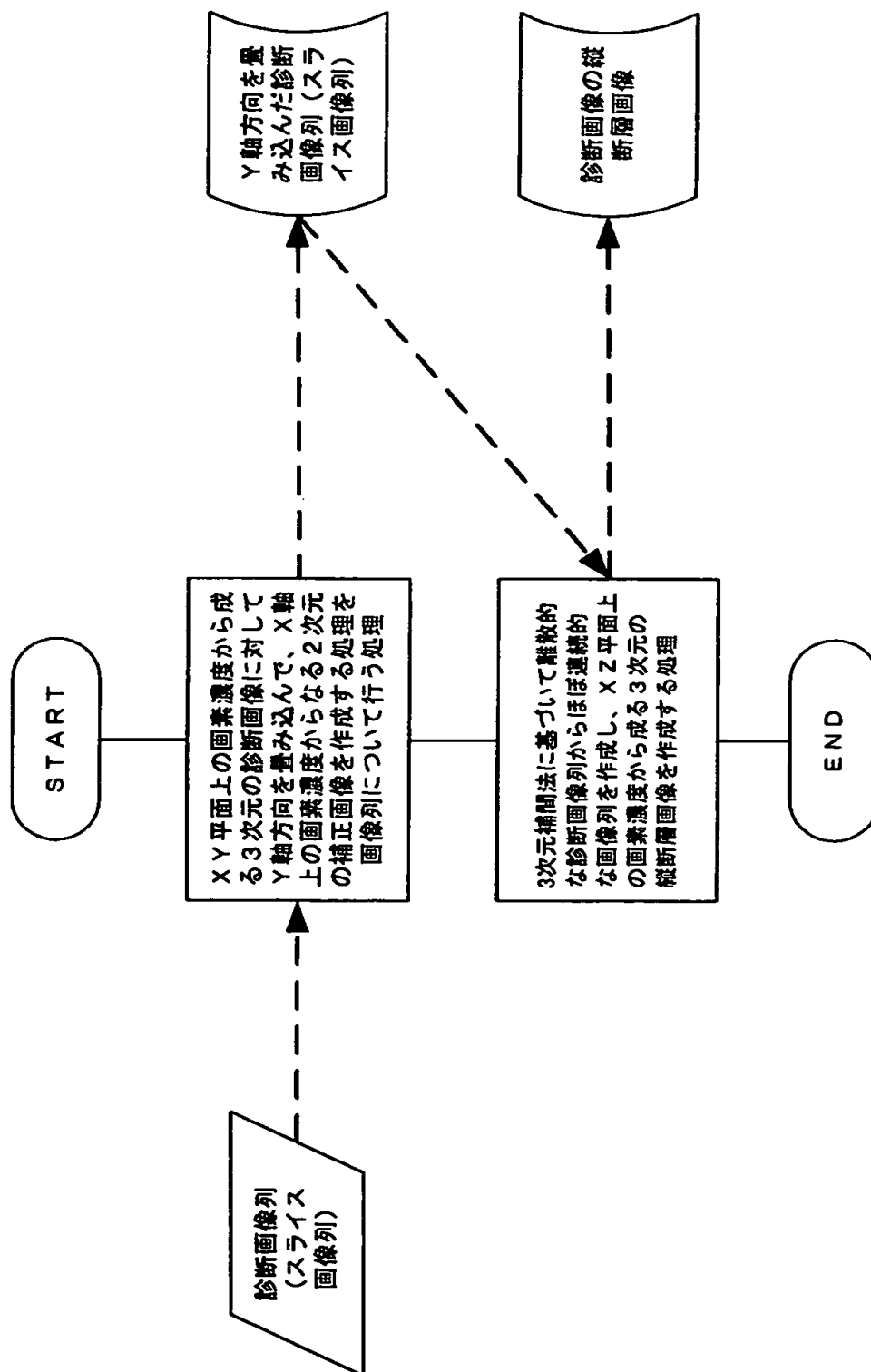
【圖 3】



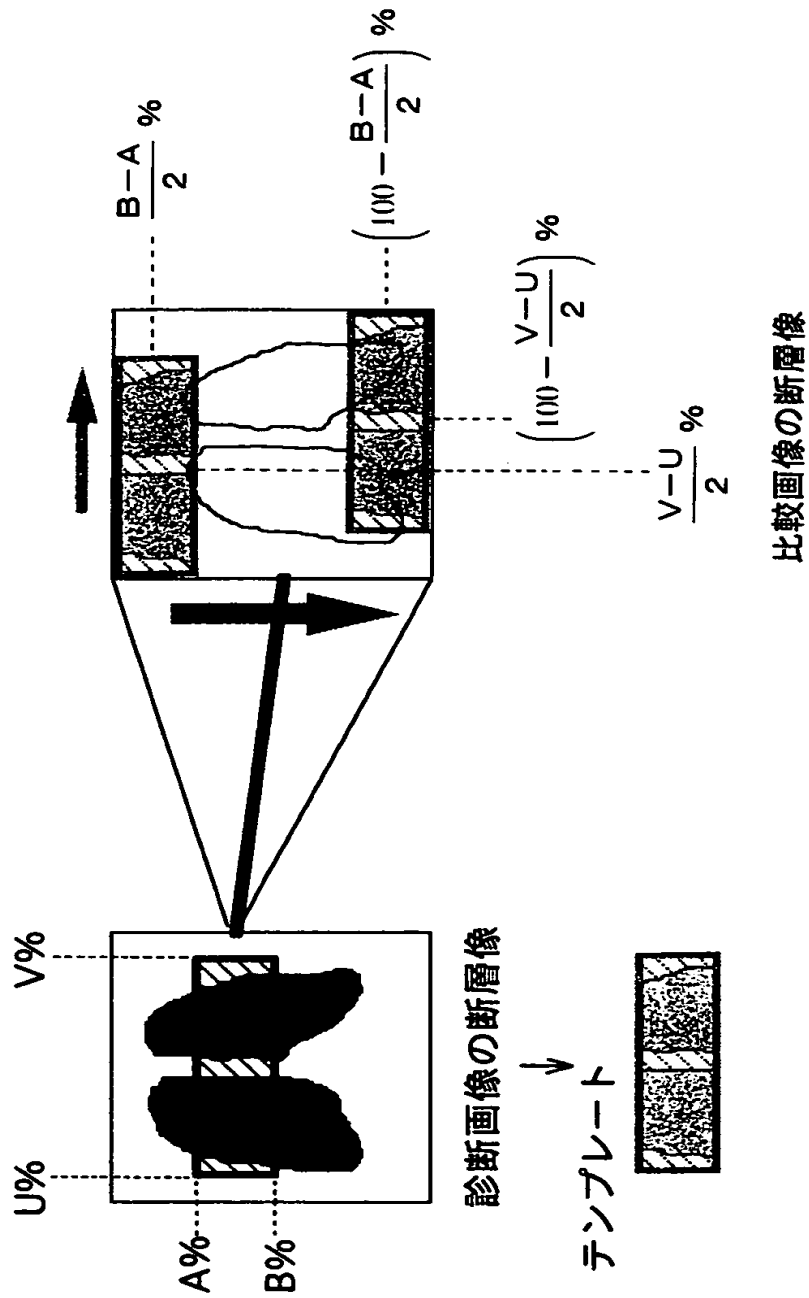
【図4】



【図 5】



【図6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 2組の同一人物の胸部CT画像から、同位置のスライス画像を、高速に自動的に照合し提示できるスライス自動照合方法を提供する。

【解決手段】 まず診断画像列と比較画像列を入力し、各比較画像を3次元補間法で拡大縮小し解像度を診断画像に合わせる。次に診断画像と比較画像の各縦断層像を作成する。そのため各画像列に対してY軸方向を畳み込んでZ軸方向の画像列を作成し、3次元補間法でほぼ連続的なXZ平面上の縦断層像を作成する。次に診断画像の縦断層像の対象像の範囲からテンプレートを作成し、比較画像の縦断層像上でZ軸方向、X軸方向に数mm単位でずらしてマッチングを行い同じ領域を探索する。この領域が検出されたら比較画像の縦断層像でのZ軸方向のずれ量を測定し、診断画像列に合わせてずれ量分、比較画像列のスライス位置を補正し、補正位置での診断画像及び比較画像を表示する。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004226]

1. 変更年月日 1995年 9月21日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都新宿区西新宿三丁目19番2号
氏 名 日本電信電話株式会社
2. 変更年月日 1999年 7月15日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都千代田区大手町二丁目3番1号
氏 名 日本電信電話株式会社